

Brandes, Dietmar

Ruderalvegetation – Dynamik ohne Grenzen?

URL: <http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00021872>

Zuerst erschienen in:

Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft. – Hannover. – 19 (2007) S. 60-74

HINWEIS:

Dieser elektronische Text wird hier nicht in der offiziellen Form wiedergegeben, in der er in der Originalversion erschienen ist. Es gibt keine inhaltlichen Unterschiede zwischen den beiden Erscheinungsformen des Aufsatzes; es kann aber Unterschiede in den Zeilen- und Seitenumbrüchen geben.

Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 19, 60-74. Hannover 2007

Ruderalvegetation – Dynamik ohne Grenzen?

- Dietmar Brandes, Braunschweig -

Abstract

The review deals with the changing ruderal vegetation in Central Europe, it shows an especial dynamic type of vegetation. Ruderal vegetation is a fascinating subject because it reflects very quickly alterations of environmental conditions, of transport systems as well of settlements, however the single species reacts only within its reaction norm. In principle it should be possible to use the ruderal vegetation as bioindicator for global change. The high complexity of the false simple systems limits this however. Therefore increased investigation of the ruderal vegetation on all biological levels is suggested; deficits in research are listed.

1. Einleitung

Die Ruderalvegetation besiedelt offene und häufig gestörte Flächen der Siedlungen, Industrie- und Entsorgungsanlagen sowie Verkehrswege. Sie ist auf kleinstem Raum sehr vielfältig, da bereits geringe Änderungen einzelner Standortfaktoren zu quantitativen oder qualitativen Veränderungen in der Artenzusammensetzung führen. Die Ruderalvegetation ist zudem sehr stark von historischen Faktoren geprägt; sie widerspiegelt geradezu unsere Kulturgeschichte. Wegen der raschen Reaktion auf Veränderungen ihres Lebensraums kann die Ruderalvegetation als Modell für die Zusammenhänge zwischen Biozönose und Standortfaktoren gelten, wobei ihre Abhängigkeit von Kultur und Moden nicht übersehen werden darf. Besonders interessant ist das Vermögen der Ruderalpflanzen, gestörte bzw. in der Naturlandschaft nicht auftretende Wuchsorte zu besiedeln. Die Dynamik (species turnover) ist recht hoch, zumal sich Neophyten häufig zuerst an Ruderalstandorten einbürgern. Die vorliegende Übersicht stellt Änderungen in der Ruderalvegetation in den letzten 25 Jahren anhand ausgewählter Beispiele dar.

2. Definition, Aspekte der Kultur – und Forschungsgeschichte

2.1 Definition

Der Begriff Ruderalvegetation leitet sich von rudus, ruderis (lat.: Schutt, Mörtel) ab. In der botanischen Fachliteratur ist er nach HEKLAU & DÖRFELT (1987) erstmals 1721 bei BUXBAUM sowie 1751 bei LINNAEUS nachzuweisen. Der Ruderalbegriff erfuhr insbesondere im 20. Jahrhundert in unterschiedlichen Kombinationen eine erhebliche Begriffserweiterung bzw. -aufweichung, so z. B.: Halbruderal, Ruderale, Ruderalgesellschaft, Ruderalisierung, Ruderalökosystem, Ruderalpflanze, Ruderalstrategie, Ruderalvegetation. Deswegen war eine neue Definition erforderlich (BRANDES 1985 a, BRANDES & GRIESE 1991):

Ruderalvegetation ist die vorwiegend krautige Vegetation anthropogen stark veränderter und/oder gestörter Wuchsplätze, sofern diese weder land- noch forstwirtschaftlich genutzt werden.

Diese Definition geht bewusst von den Lebensbedingungen der Ruderalvegetation aus, so dass auch ein Vergleich zwischen verschiedenen Florengebieten möglich wird. Eine Beschränkung auf bestimmte pflanzensoziologische Einheiten erscheint hingegen ebenso wenig sinnvoll wie auf bestimmte Gattungen bzw. Familien (z. B. *Chenopodiaceae*, *Brassicaceae* o.ä.), auf den Stickstoff als Standortfaktor oder auch auf Strategietypen („ruderals“).

Die Ruderalvegetation stellt einen wichtigen Teil der synanthropen Vegetation dar, wobei die Übergänge zur Ackervegetation wie auch zum Stadtgrün fließend sind. Unsere Definition muss jedoch die breite standörtliche und floristische Amplitude berücksichtigen, die sich immer wieder in unvorhergesehene Richtungen erweitern kann. Dieses geht natürlich zulasten einer begrifflich schärferen Fassung, aber Ruderalvegetation ist nun einmal sehr dynamisch. So treten gerade bei Sukzessionen auf Brachen sowohl in Siedlungen als auch auf Verkehrs- und Industrieflächen oder auf Äckern immer wieder Abgrenzungsprobleme auf. So gehören die sich im Gefolge der Sukzessionen oft entwickelnden Rhizom-Hemikryptophytengesellschaften mit *Elymus repens* oder *Calamagrostis epigejos* zur Ordnung Agropyretalia (ruderaler Trockenrasen). Die „ruderalen Gehölzbestände“, die sich unterschiedlich rasch im Verlauf der Sukzession einstellen, gehören nicht zum Kern der Ruderalvegetation, da ihnen das charakteristische Merkmal Störung zumeist fehlt.

Auch HEKLAU & DÖRFELT (1987) kommen bei ihrer Untersuchung „zum Ursprung und Gebrauch des Ruderalbegriffes in der Botanik“ zu einem sehr ähnlichen Ergebnis. Sie stellen fest, dass der Ruderalbegriff über den Standort definiert werden muss, da es keine Pflanzen gäbe, die ihre Sippevolution an Ruderalstandorten durchgemacht hätten. Die allermeisten Ruderalpflanzen können daher nur relativ als Ruderalpflanzen definiert werden. Sie haben ihren [ursprünglichen] Schwerpunkt in anderen Habitaten. Die relativ wenigen Ausnahmen hiervon sind im Hinblick auf die Anökophyten-Diskussion besonders interessant.

2.2 Kulturhistorische Aspekte

Die Ruderalvegetation widerspiegelt die Auseinandersetzung des Menschen mit der Pflanzendecke. Auf den eigentümlichen Reiz, der von „verwilderten“ Flächen ausgeht, wurde in der jüngeren Literatur häufiger hingewiesen. Veduten römischer Ruinen aus dem 18. Jahrhundert sind sehr schöne Beispiele hierfür. Als Sinnbilder des Verfalls werden Ruinen zu Stimmungsträgern elegisch-sentimentaler Gefühle (LOIDL-REISCH 1986). Das 18. Jahrhundert und die Romantiker waren vom Reiz zerfallener und von der Vegetation überwuchelter Bauwerke dermaßen angezogen, „dass selbst dort, wo keine Ruinen zu finden waren, künstlich Reste gebauter Strukturen bewusst in Parkanlagen installiert wurden, ein Phänomen, das unter dem Namen 'Ruinenromantik' in die Geschichte eingegangen ist und die Anziehungskraft und Faszination, die der Verfall auf Menschen ausüben kann, eindringlich schildert“ (LOIDL-REISCH 1986). HEINRICH SEIDEL (1894) schilderte schließlich in seiner Novelle 'Linaria cymbalaria' die Ansalbung von *Cymbalaria muralis* auf alten Mauern. Ruderalflächen spielen als Topos eine Rolle sowohl im Magischen Realismus nach dem I. Weltkrieg, in der Trümmerliteratur nach 1945 sowie in der Literatur zum Mauerfall (SCHÄFER 2001).

In diesem Zusammenhang soll nicht unerwähnt bleiben, dass sich mehr als 60 Heilpflanzen unter den Ruderalpflanzen Mitteleuropas finden. Obsolet gewordene Heilpflanzen sanken zu Ruderalpflanzen ab, ein Schicksal, das sich z.B. *Ballota nigra*, *Hyoscyamus niger*, *Leonurus cardiaca*, *Malva sylvestris* oder *Parietaria officinalis* teilen.

2.3 Zur Geschichte der Erforschung der Ruderalvegetation

Die Flora alter Mauern erregte schon zur Mitte des 17. Jahrhunderts das Interesse von Botanikern; mit ihrem Studium begann die wissenschaftliche Erforschung der Ruderalvegetation und des Lebensraumes Stadt. Als früheste Arbeit ist die 1643 erschienene Monographie

von PANAROLI über die Flora des Kolosseums in Rom anzusehen. In der Folgezeit wurde sie immer wieder untersucht. Ein weiterer Meilenstein war die 1855 von DEAKIN hierüber verfasste Monografie. Fast zeitgleich begann das botanische Interesse an Burgen und Schlössern auch in Mitteleuropa, in Frankreich und Algerien.

Auch die Vegetation von Bergwerks- und Hüttengelände wurde - im Hinblick auf die katastrophalen Vegetationsschäden in deren Umgebung - bereits sehr früh bearbeitet (MEYER 1822). MEYER untersuchte die Vegetation des Pochsandes der Harzer Hütten, zu deren „freiwilliger“ [d.h. spontaner] Vegetation nach seinen Ergebnissen *Armeria halleri* und *Minuartia verna* gehörten. Damit hatte MEYER praktisch das Armerietum halleri 108 Jahre vor seiner Erstbeschreibung erkannt. Er begnügte sich jedoch nicht mit der Beschreibung der schädigenden Wirkung, sondern wollte zum „inneren Prinzip der Erscheinungen“ vordringen. Deswegen wurden Topfkulturen mit und ohne Pochsand-Zugabe ebenso wie Fütterungsversuche von Tieren durchgeführt. In Kulturversuchen konnte er mit Zinksulfatzugabe die gleichen Symptome erzeugen, womit die Kausalkette geschlossen war.

Wesentliche Beiträge zur Adventivflora und zu Einschleppungszentren gebietsfremder Ruderalpflanzen wurden von BONTE (1930), SCHEUERMANN (1930), PROBST (1949) und AELLEN (1979 a, b) geleistet. Wichtige Ansätze zum Verständnis der Ruderalvegetation und ihrer syntaxonomischen Gliederung stammen von R. TÜXEN (v. a. 1950), SISSINGH (1950), OBERDORFER (z. B. 1954), BRAUN-BLANQUET (1964) und PASSARGE (u. a. 1996, 2002). Normierende Wirkung hatte die Darstellung der Ruderalvegetation in einigen Übersichtswerken (OBERDORFER 1977 ff.; POTT 1995).

3. Ruderalpflanzen und Ruderalvegetation

3.1 Versuche zur Charakterisierung der Ruderalpflanzen

Es ist nur bedingt möglich, bei der großen Diversität der Ruderalhabitate und der sie besiedelnden Pflanzen allgemeingültige Aussagen zu machen. Bezüglich der Lebensformen reicht bei den Ruderalpflanzen die Spanne von Annuellen über Bienne und Hemikryptophyten bis hin zu Gehölzen. Die Ruderalvegetation wird keineswegs nur von R-Strategen aufgebaut, Mauerpflanzen oder die Besiedler extremer Substrate sind vor allem stresstolerant, viele Hemikryptophyten sind erstaunlich konkurrenzstark. Ruderalpflanzen besiedeln sehr unterschiedliche, oft feinerdearme Substrate, die keineswegs immer eine gute Stickstoffversorgung aufweisen. Gerade bei einigen Arten, die große Herden bilden können, scheinen interne Stickstoffkreisläufe von Bedeutung zu sein.

Häufiger wurde die Beteiligung von C4-Pflanzen an der Ruderalvegetation diskutiert: Diese spielen jedoch nur eine Rolle auf Sonderstandorten, die Keimung und Etablierung von Wärmekeimern ermöglichen. Hierzu gehören in Mitteleuropa erst im Frühsommer trocken fallende Flussufer, herbizidbeeinflusste Eisenbahnflächen und Maisäcker. Die C4-Pflanzen spielen mengenmäßig in der Ruderalvegetation nur eine geringe Rolle; insgesamt ist in Deutschland mit etwa 50 C4-Pflanzen zu rechnen, in Mitteleuropa mit etwa 70 Arten.

Beziehungen zwischen Genomzahl von Pflanzenarten und ihrem ökologischen Verhalten wurden in der Vergangenheit verschiedentlich untersucht. Dabei zeigte sich, dass der Anteil von Polyploiden bei Hemikryptophyten wesentlich höher liegt als bei Therophyten; besonders hoch ist er bei den Erstbesiedlern unter den Hemikryptophyten. Das bessere Kolonisationsvermögen der polyploiden Sippen wird mit deren größerer Variabilität bzw. Flexibilität erklärt. Weiterhin ist der Anteil an Polyploiden bei Arten mit weiter Verbreitung - und hierzu gehören die meisten Ruderalpflanzen - relativ hoch, während er für Sippen mit kleinen Verbreitungsgebieten niedrig ist. Nach SENGBUSCH (1989) setzen sich polyploide Rassen oft im

Siedlungsgebiet von diploiden Rassen derselben Art nicht durch, können ihnen aber bei der Besiedlung neuer bzw. gestörter Habitats überlegen sein.

In den letzten Jahrzehnten wurden Ökologie, Soziologie und Populationsbiologie vieler Ruderalpflanzen nicht nur auf den Britischen Inseln und in Kanada im Rahmen monographischer Darstellungen („Biological flora“) untersucht, sondern auch in Mitteleuropa. Aus Platzgründen kann hier leider keine Übersicht gegeben werden. In der Regel sind die Kenntnisse über Aspekte der Populationsgenetik und der Mikroevolution gering, was in reziprokem Verhältnis zu Spekulationen der Medien über Invasibilität und Global Change steht. Wo immer die Populationsgenetik untersucht wurde, haben sich interessante Einblicke ergeben.

Trotz gewaltig angestiegener Detailinformationen sind bzw. waren unsere Kenntnisse nicht ausreichend, um die erhebliche Dynamik sowohl der Apophyten (z. B.: *Calamagrostis epigejos*, *Clematis vitalba*, *Fallopia dumetorum*, *Humulus lupulus*, *Poa palustris*, *Saxifraga tridactylites*, *Solanum nigrum*) als auch der Neophyten vorherzusagen bzw. zu modellieren.

Grundsätzlich besteht ein erheblicher Forschungsbedarf über strukturelle Parameter der Ruderalgesellschaften. Nur wenige Arbeiten haben sich bislang mit den Lebensstrategien (FREY 1996) oder der Produktivität (BRANDES & GRIESE 1991) beschäftigt.

3.2 Welche Vegetationstypen gehören in Mitteleuropa zur Ruderalvegetation?

Zum Kern der Ruderalvegetation gehören die Ordnungen Sisymbrietalia (Kl. Sisymbrietea) und Parietarietalia, die Klassen Polygono-Poetea, Bidentetea, Artemisietea s.l. (incl. Agropyretalia und Galio-Urticenea) und Plantaginetea. Ebenso treten jeweils einige Gesellschaften der Klassen Molinio-Arrhenatheretea, Epilobietea und Betulo-Adenostyletea ruderal auf. Eine wichtige Gesellschaftsgruppe stellen die „anthropogenen Gehölze“ (POTT 1995) dar, die jedoch schon wegen ihrer Häufigkeit und ihrer ruderalen Krautschicht nicht vergessen werden dürfen. Ob spontane Robinienbestände noch zur Ruderalvegetation gehören, ist ebenso umstritten wie ihre syntaxonomische Einstufung (JURKO 1963, MUCINA 1993, KOWARIK 1995, POTT 1995).

4. Dynamik in der Agrarlandschaft

Die Änderungen in den Habitats der Agrarlandschaften erfolgen in rasantem Ausmaß: Verstädterung der Dörfer, Intensivierung des Ackerbaus bei gleichzeitigem Brachfallen großer Flächen, Änderungen in der Auswahl der Feldfrüchte. In Regionen mit geringem Arbeitsplatzangebot sterben die Dörfer einen leisen Tod, während sie im Umkreis großer Städte zu ausgelagerten städtischen Wohnsiedlungen mutieren. Ansätze zur transdisziplinären Umweltforschung über „Zusammenhänge zwischen den Veränderungen in der dörflichen Vegetation häufig gestörter Lebensräume und den Wandel ländlicher Lebensstile“ wurden von BRUNZEL & JETZKOWITZ (2004) dargestellt.

Welche Auswirkungen haben diese Entwicklungen auf die Ruderalvegetation? Generell führen sie zu einem Rückgang der typischen Dorfflora und -vegetation. Die Dorfflora ist durch einen hohen Anteil an Archäophyten gekennzeichnet, unter denen sich eine größere Anzahl von ehemaligen Heilpflanzen befindet. Alte Dörfer zeigen einen überraschenden Strukturreichtum, der sich natürlich auch auf die Diversität der Flora auswirkt: Stickstoffreiche (Misthaufen, Jauchegruben!) und stickstoffarme Flächen lagen oft dicht beieinander, Flächen mit starkem Störungsregime (z. B. Hühnerhöfe) wechselten mit weniger stark gestörten Bereichen (Grasgärten, Streuobstwiesen) kleinräumig ab (OTTE & LUDWIG 1987 u. 1990). Die Aufgabe der traditionellen Hofbewirtschaftung führte zum Brachfallen von Wirtschaftsgebäuden und Flächen. Während sich zumindest ausdauernde Ruderalarten noch über

längere Zeit behaupten konnten, verschwanden kurzlebige, thermophile und/oder extrem nitrophile Arten wie *Asperugo procumbens*, *Chenopodium bonus-henricus*, *Chenopodium glaucum*, *Chenopodium murale*, *Chenopodium vulvaria* oder *Marrubium vulgare* rasch. Paradoxerweise ist trotz des langjährigen luftbürtigen Stickstoffeintrags ein Rückgang extremer Nitrophyten zu verzeichnen, während Arten mit Stickstoffzahlen zwischen 6 bzw. 7 deutlich gefördert werden. Der Rückgang der dörflichen Nitrophyten wird zu Recht von vielen Seiten beklagt, ist aber nicht aufzuhalten. So schlugen auch Versuche zur Ansiedlung dörflicher Ruderalvegetation in Freilichtmuseen fehl bzw. liefen höchstens auf Erhaltungskulturen einzelner Arten, nicht aber der vollständigen Pflanzengesellschaften hinaus.

In den ostdeutschen Bundesländern verfällt nicht nur die Bausubstanz vieler ehemaliger Bauernhöfe in den Dörfern, sondern auch Gebäude und Betriebsanlagen ehemaliger LPGs. Kurz nach der deutschen Wiedervereinigung waren deutliche Unterschiede zwischen diesseits und jenseits der Demarkationslinie festzustellen (z. B. BRANDES & BRANDES 1996).

Der innerdörfliche Bracheprozess überlagerte sich vielerorts mit der Übernahme städtischer Sauberkeits- und Schönheitsideale, die sich in Versiegelung der Wege und Hofplätze sowie in großen Rasenflächen ausdrückt. Früher flächenhaft ausgebildete Ruderalgesellschaften finden nur noch Lebensmöglichkeiten an Hecken und Zäunen und stellen sich dem unbedarften Beobachter als nitrophile Saumgesellschaften dar, was sogar zu syntaxonomischen Verwirrungen führte. *Chenopodium bonus-henricus* - eine der Dorfpflanzen schlechthin - ist bereits aus vielen Dörfern verschwunden. Dort, wo sie noch vorkommt, findet sie sich lediglich in sehr kleinen Populationsgrößen und ist zumeist mit trivialen Grünlandarten vergesellschaftet. Die Auswirkungen der Schönheitsideale städtischer Benutzer lassen sich inzwischen auch an den Dörfern des Wendlandes, einer der am wenigsten verstädterten Regionen Deutschlands, nachweisen.

Siedlungsnah Waldränder sind überall in Mitteleuropa mit Gartenabfällen kontaminiert, wodurch sich lokal gebietsfremde nitro- und sciophile Arten etablieren können (BRANDES & SCHRADER 1999). Ebenso finden sich bereits Anzeichen einer „Laurophyllisierung“ durch *Hedera helix*, *Ilex aquifolia*, *Mahonia aquifolia*, *Prunus laurocerasus* und *Vinca minor*.

Auch die Ruderalvegetation der Ackerlandschaften unterlag starken Veränderungen: die Intensivierung der Landwirtschaft nach dem II. Weltkrieg bewirkte eine starke Strukturverarmung; Düngung und Herbizidanwendung führten ebenso zu starken Artenverlusten. Im Rahmen von Umweltschutzmaßnahmen wurden bereits vor 25 bis 30 Jahren kleine Müllkippen (Steinkuhlen, Sandgruben, Mergelgruben) in der Feldmark zugunsten eines geordneten Deponebetriebes geschlossen, weswegen gebietsweise ein starker Rückgang archäophytischer Ruderalpflanzen wie *Descurainia sophia*, *Hyoscyamus niger*, *Leonurus cardiaca*, *Malva alcea*, *Marrubium vulgare* oder *Onopordum acanthium* einsetzte.

Der Artenreichtum der Kulturlandschaften steckt in den linearen Strukturen, was OPPERMANN (1998) am Beispiel des nördlichen Harzvorlandes belegen konnte. Im Bereich der Hildesheimer und Calenberger Börde wies GENUIT-LEIPOLD (2005) insgesamt 362 Gefäßpflanzensippen an den Wegrändern nach, bei denen es sich zumeist um Ruderalpflanzen, aber auch zahlreiche Arten des Grünlandes und der Äcker handelte.

Die landwirtschaftliche Überproduktion in der EU führte zu großflächigen Brachen, die oft auch als Habitate für Ruderalpflanzen interessant sind. So können sich auf Sandböden in niederschlagsarmen Gebieten Dominanzbestände von *Chondrilla juncea*, *Conyza canadensis*, *Senecio vernalis* oder *Verbascum densiflorum* (BRANDES 2005 a) in zuvor ungekanntem Ausmaße entwickeln. Das übermäßige Ausbringen von Gülle förderte die Entwicklung einer „Gülleflora“ mit *Anthriscus sylvestris*, *Heracleum sphondylium*, *Stellaria media* u. a. im Grünland und an Straßen- bzw. Wegrändern.

5. Dynamik in urbanen Systemen

Medienberichten zufolge leben erstmals mehr Menschen in Städten als in ländlich geprägten Regionen. Weltweit hält der Trend zur Bildung von Metropolen unverdrossen an, trotz aller damit verbundenen ökologischen, soziologischen und auch ökonomischen Probleme. Die Ruderalfloristik - aber auch die Stadtökologie - begann mit der Untersuchung von Bauwerken hoher Persistenz. Hierbei handelte es sich zuerst um das Kolosseum in Rom (PANAROLI 1643), später um Stadtmauern und Bastionen, aber auch um Burgen und Klöster. Der Artenreichtum der wenigen bislang auf Vollständigkeit untersuchten Gebäude ist recht hoch (Tab. 1). So umfasst denn auch eine noch nicht publizierte Checkliste der Mauerflora Mitteleuropas immerhin mehr als 660 Arten (BRANDES n.p.). Da Gebäude, Umfassungs- und Stützmauern längst nicht mehr in traditioneller Bauweise entstehen, ist mittelfristig mit einem sehr starken Rückgang der Mauervegetation zu rechnen.

Tab. 1: Kormophytendiversität von Gebäuden

Gebäude	Artenzahl	Quelle
Flachdächer von Wiener Großbauten	71	ZECHMEISTER (1992)
Universitätsbibliothek Braunschweig	86	BRANDES (2003)
Kulturpalast Warschau	111	GALERA & SUDNIK-WÓJCIKOWSKA (2000)
Fort Wilhelmshaven-Rüstersiel	156	HARMS (1990)
Stadtmauern in Deutschland	221	BRANDES (1992)
Kolosseum	242 (rezent) 684 (insges.)	CANEVA et al. (2003)
16 Burgen im Harzgebiet	300	BRANDES (1996 a)
56 Burgen in Mittel- u. Süddeutschland	371	DEHNEN-SCHMUTZ (2000)

Die typischen Standortbedingungen (WITTIG 2002) mit innerstädtischer Temperaturerhöhung, längerer Vegetationsperiode, Oberflächenversiegelung und Grundwasserabsenkung begünstigen an wärmere und/oder trockenere Habitate präadaptierte Pflanzen. Viele Ziergehölze können daher zumindest in Innenstädten verwildern. Derzeit werden in unseren Städten jedes Jahr neue Verwilderungen von Ziergehölzen festgestellt (vgl. Tab. 2). Die Ursachen hierfür scheinen noch nicht klar zu sein: sind es Time-lag-Effekte (KOWARIK 2003), wärme-

Tab. 2: Die Zunahme neophytischer Gehölze am Beispiel von Braunschweig

Jahr	Nachweise spontan auftretender Arten	davon nicht in der Standardliste (WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998)
1876	0	0
1908	2	0
1976	9	0
1986	27	3
1987	29	4
2006	41	7

re Sommer oder auch geringere Unkrautbekämpfung? Möglicherweise wird das Phänomen der Ausbreitung von Zier- und Nutzgehölzen auch stärker beachtet als früher, was sich auch an den neu kreierten und häufig benutzten Begriffen wie „Laurophyllisierung“ und „Juglandisierung“ zeigt. Insbesondere in Hecken und entlang von Zäunen finden verwildernde Gehölze „safe sites“ und können an solchen Mikrohabitaten zur Reproduktion kommen. Als Folge der derzeit milden Winter können in den Städten Mitteleuropas zahlreiche Ruderal-

pflanzen und Gartenunkräuter grün überwintern. Ob dies bereits zu Verschiebungen in den Konkurrenzverhältnissen führt und damit Einfluss auf die Um- und Neubildung von Pflanzengesellschaften hat, ist zu untersuchen.

Fast unbemerkt von der Öffentlichkeit haben sich Städte zu Zentren des Artenreichtums entwickelt, was nun sogar von der überregionalen Presse wahrgenommen wird (Der Spiegel, Nr. 19 vom 7.5.2007). Wie viele Arten kommen in den Städten vor, wie hängt die Phytodiversität von Einwohnerzahl, Flächengröße und von der Ausstattung mit typischen Habitaten ab? Aus methodischen Gründen gibt es bislang nur wenig vergleichbare Zahlenangaben; in Tab. 3 sind die insgesamt nachgewiesenen Gefäßpflanzenarten ausgewählter Städte Mitteleuropas zusammengestellt, wobei sich zeigt, dass die Artenzahl generell mit der Einwohnerzahl ansteigt. Arten aus verschiedenen Erdteilen bilden gemeinsam neue Pflanzengesellschaften. Die Aufhebung ökologischer und geographischer Barrieren führt zum genetischen Austausch zwischen nah verwandten Sippen (z. B. *Senecio*), zu Hybridisierungen und Introgressionen. Vermutlich erfolgt die Mikroevolution in urbanen Lebensräumen viel rasanter, als wir bislang dachten.

Tab. 3: Kormophytendiversität und Stadtgröße

Städte	Einwohnerzahl	Flora	Quelle
Wilhelmshaven	87.600	658	FEDER (2001 b)
Emden	90.000	685	FEDER (2001 c)
Delmenhorst	76.000	767	FEDER (2001 d)
Wolfsburg	128.268	975	GRIESE (1999)
Magdeburg	228.515	1.101	NICKOLMANN & WALTHER (2004)
Hildesheim	102.815	1.157	MÜLLER (2001)
Bremen	545.947	1.207	FEDER (2001 a)
Braunschweig	245.895	1.362	BRANDES n.p.
Hannover	515.668	1.408	WILHELM & FEDER (1999)
Zürich	365.000	1.548	LANDOLT (2001)
Leipzig	600.000	2.165	GUTTE (2006)
Wien	1.598.626	2.194	ADLER & MRKWICKA (2003)
Berlin	3.390.000	1.976	PRASSE et al. (1976)

Extensiv gepflegte städtische Grünanlagen tragen wesentlich zur Erhaltung seltener und bedrohter Pflanzenarten bei (BRANDES 1985 b, RUSTERHOLZ 2003). Scherrasen stellen heute den flächenmäßig größten Anteil am Stadtgrün; ihre Syntaxonomie wurde z. B. von KIENAST (1978), GUTTE (1984), MÜLLER (1988) und GRIESE (1999) bearbeitet; der derzeitige Kenntnisstand wird von WITTIG (2002) dargestellt. Innerstädtische Rasen sind der häufigen Mähtermine zum Trotz erstaunlich artenreich, so konnten in Braunschweig immerhin 462 Arten auf Grünflächen der Stadt nachgewiesen werden (NITZSCHE & BRANDES n.p.). Ursachen hierfür sind die Ruderalisierung sowie Nachbarschaftseffekte. Die Arten der Rasenmatrix zeichnen sich jedoch kaum in der Samenbank ab. Die Ruderalisierung wird vor allem durch Tritt, Hunde und Kaninchen bewirkt. Während das *Urtico-Malvetum neglectae* in den Dörfern immer seltener wurde, reicherten sich *Malva neglecta*, *Hordeum murinum* und *Geranium pusillum* an den Rändern innerstädtischer Rasen an (BRANDES 1981, WITTIG 2001). Wenig beachtet wurde bislang der Einfluss der Kaninchen auf die Ruderalvegetation der Städte. Kaninchen auf städtischen Rasen sind eine fast vertraute Erscheinung; die Vegetationsveränderungen um die Bauten bzw. auf den Plätzen, auf denen die Losung abgesetzt wird, sind nur in groben Umrissen erforscht. Um Kaninchenbauten bzw. Kotplätze häufen sich in niedersächsischen Großstädten signifikant *Solanum nigrum* und *Urtica urens*. Nach

Beobachtungen in Braunschweig und Wolfsburg werden die folgenden Arten durch Wildkainchen mehr oder minder verschmät und damit relativ zu den abgeweideten Konkurrenten gefördert:

Erodium cicutarium, *Geranium pusillum*, *Parietaria officinalis*, *Rumex acetosella*, *Rumex thyrsiflorus*, *Senecio inaequidens*.

Die Ausbildung linearer Strukturen wie Zäunen, Böschungen, Dämmen und Mauern fördert die Etablierung von Kletterpflanzen (incl. Spreizklimmer und Lianen) in Städten. Mehr als die Hälfte der insgesamt in Mitteleuropa vorkommenden 88 Kletterpflanzen (WILMANN 1983) kommen heute gehäuft in städtischen Lebensräumen vor. Die wichtigsten Arten in Mitteleuropa sind:

Bryonia dioica, *Clematis vitalba*, *Fallopia aubertii*, *Fallopia dumetorum*, *Galium aparine*, *Hedera helix*, *Humulus lupulus*, *Lathyrus latifolius*, *Parthenocissus inserta*, *Rubus armeniacus*, *Rubus fruticosus* agg., *Solanum dulcamara*, *Vicia angustifolia*.

Die Bindung der Pflanzen an den Lebensraum Stadt haben WITTIG et al. (1985) mit den Begriffen urbanophil, urbanoneutral und urbanophob beschrieben. Die enge Bindung einer urbanophilen Pflanzenart an Städte ist relativ, von geografischer Lage und Zeit abhängig. In vielen Fällen dürfte es sich um einen Sonderfall der Regel der relativen Standortkonstanz halten; eine Erhöhung der Sommertemperaturen dürfte eine Angleichung der Ruderalvegetation von Städten und ihrer Umgebung fördern.

Als Ruderalisierung wird die auffällige und oft flächenhafte Ausbreitung von Ruderalpflanzen bezeichnet, die aber zumeist noch nicht in einem solchen Ausmaß erfolgt, dass aus den ursprünglichen Vegetationstypen definierte Ruderalgesellschaften gebildet wären. Gerade solche dynamischen Aspekte werden bislang viel zu wenig beachtet, allerdings passen sie auch nicht in das klassische Konzept der Syntaxonomie. Beispiele solcher Ruderalisierungen sind das zunehmende Auftreten von *Brassica napus*, *Hordeum murinum*, *Lactuca serriola*, *Arctium spec.*, *Rumex obtusifolius*, *Lamium album* in Wohnstraßen, *Tanacetum vulgare* auf Ackerbrachen oder Nitrophyten an Waldrändern. Schließlich ermöglichen Bodentransporte heute in zuvor ungeahntem Ausmaß den Austausch mehr oder minder vollständiger Diasporenbanken und damit auch erstmals die Ausbreitung ganzer Pflanzengesellschaften. Beispiele hierfür finden sich an allen Rändern unserer Städte. Auf zwei weitere bezüglich der Ruderalvegetation wenig beachtete Phänomene sei ebenfalls hingewiesen: Intercity und Urbanisationen. In der englischen Literatur wird der ± städtisch überformte Raum zwischen den einzelnen größeren Siedlungen als "intercity" bezeichnet. Die Auswirkungen auf die synanthrope Vegetation wurden bislang nicht untersucht.

Ein relativ neues Phänomen ist der rasche Aufbau neuer städtischer Strukturen ohne Vorstufen (z. B. Wolfsburg, Salzgitter, Eisenhüttenstadt und Halle-Neustadt). Am Beispiel von Wolfsburg konnte GRIESE (1999) zeigen, dass sich die Ruderalvegetation der neuen und der alten, d.h. auf dörfliche Strukturen zurückgehenden Siedlungen deutlich unterscheiden, als Beispiel von neuartigen Stadtlandschaften in den Subtropen wurden Urbanizaciones auf Fuerteventura untersucht (BRANDES 2006).

6. Ruderalvegetation der Verkehrsanlagen

Eisenbahnanlagen sind seit langem für ihren Artenreichtum bekannt: innerstädtische Bahnanlagen in Deutschland können im Einzelfall bis zu 700 Arten beherbergen; sie sind daher „Hotspots“ des Artenreichtums (vgl. BRANDES 2005 b).

Straßen und Autobahnen wurden in Mitteleuropa dagegen wegen der sie begleitenden

Grünlandvegetation untersucht, sie werden jedoch zunehmend auch als Ruderalstandorte interessant. So wurden an den Straßenrändern der B 148 zwischen Wolfsburg und Lüchow (76 km) immerhin 108 Ruderal- und Adventivpflanzen gefunden, unter denen die Ordnung Onopordetalia allein mit 18 z. T. regional seltenen Arten vertreten war. Kommt man von niederschlagsreichen Gebieten in die mitteleuropäischen Trockengebiete, so fallen jeweils bunter blühende und an Ruderalpflanzen reichere Straßenränder auf, bezeichnende Arten sind *Artemisia absinthium*, *Berteroa incana*, *Carduus acanthoides*, *Diploaxis tenuifolia*, *Lavatera thuringiaca*, *Onopordum acanthium*, *Reseda lutea*. Hauptursache hierfür dürfte die trockenheitsbedingte Auflockerung der ansonsten dichten Gräsermatrix sein, die Ruderalpflanzen die Etablierung erleichtert.

In den letzten 25 Jahren wurde in zahlreichen Arbeiten über die Ausbreitung von Halophyten bzw. von halotoleranten Arten im Zusammenhang mit der Verwendung von Auftausalzen entlang der Autobahnen und Bundesstraßen berichtet. Zu diesen sog. Straßenrandhalophyten gehören z. B.: *Cochlearia danica*, *Hordeum jubatum*, *Lepidium latifolium*, *Lepidium ruderales*, *Puccinellia distans*, *Spergularia salina*. SCHNEDLER & BÖNSEL (1987) untersuchten die Ausbreitung der Salz-Schuppenmiere (*Spergularia salina*) entlang der hessischen Straßen und Autobahnen, wobei sie zu dem Schluss kamen, dass die Ausbreitung vom Kali-Abbaugbiet im hessisch-thüringischen Grenzraum her erfolgte. Sie wiesen auch erstmals darauf hin, dass manche an [sekundären] Salzstellen häufige Arten nicht an Straßenrändern zu finden sind, so z. B. *Juncus gerardii* und *Trifolium fragiferum*.

SCHNEDLER & BÖNSEL (1989) wiesen erstmals auf die Vorkommen von *Atriplex micrantha*, *A. sagittata* und *A. oblongifolia* an hessischen Autobahnen hin. Innerhalb von 15 Jahren konnte *Atriplex micrantha* zumindest die Mittelstreifen des gesamten deutschen Autobahnnetzes erobern und stellt somit ein hervorragendes Beispiel für viatische Migration dar. An einigen Autobahnbaustellen konnte die Art unbemerkt Dominanzbestände von jeweils mehr als 10 ha (!) aufbauen.

Entlang der Autobahnen erfolgten weitere auffällige Wanderungen, so etwa von *Cochlearia danica* oder *Senecio inaequidens*. Die spektakuläre Ausbreitung von *Senecio inaequidens* in Deutschland ist relativ gut dokumentiert (WERNER et al. 1991, ERNST 1998, BORNKAMM 2002). Für diese Art ist derzeit eine rasante Ausbreitung von Westen nach Osten festzustellen: war er z.B. noch 1988 in Braunschweig unbekannt, so hat er inzwischen per Autobahnen und Eisenbahn längst Berlin bzw. Ostdeutschland erreicht. Die Ausbreitung nach Osten war nach kalten Wintern immer wieder mit Rückschlägen verbunden, an einer längerfristigen Etablierung können aber keine Zweifel bestehen. Die mittlere effektive „Wandergeschwindigkeit“ betrug ca. 35 km/Jahr. GRIESE (1996) untersuchte die Ausbreitung im Hinblick auf Witterungsschwankungen und die Überlebensfähigkeit im Winter. Selbst nach kalten Wintern konnten zumindest einzelne Individuen (ca. 1-20 % des Bestandes) aus dem unmittelbar unter der Bodenoberfläche liegenden Abschnitt der Sprossbasis austreiben. Ob dieses Verhalten innerhalb der phänotypischen Plastizität der [bisherigen] mitteleuropäischen Populationen liegt, oder ob es sich um einen neuen Ökotyp handelt, ist noch offen. Ebenso häufen sich die Hinweise, dass *Senecio inaequidens* erheblich früher zu blühen beginnt als noch vor 20 Jahren. HEGER (2004) wendete das INVASS-Modell auf den Invasionsprozess dieser Art in Europa an.

Besonders extrem sind die Lebensverhältnisse der Autobahnmittelstreifen. Es werden nur noch wenige (zumindest mäßig salztolerante) Sträucher auf den Mittelstreifen gepflanzt: *Caragana arborescens*, *Rosa rugosa* und *Ribes aureum*, mit geringerer Frequenz auch *Lycium halimifolium*, *Eleagnus spec.* sowie *Colutea arborescens*. In den Lücken, die durch das Absterben der Sträucher auf dem Mittelstreifen entstehen, siedeln sich rasch ± hochwüchsige Ruderalpflanzen an. Hierzu gehören *Alcea rosea*, *Conium maculatum*, *Dipsacus fullonum*,

Oenothera biennis agg., *Oenothera glazioviana*, *Onopordum acanthium* oder *Reseda luteola*. *Artemisia vulgaris*, *Cirsium arvense* und *Tripleurospermum inodorum* sind in jedem Untersuchungsabschnitt vertreten. Insgesamt ist das Spektrum der Ruderalpflanzen mit mehr als 200 Arten erstaunlich groß; es zeigt, dass Autobahnmittelstreifen als „moderne“ Ruderalstandorte durchaus nicht zu vernachlässigen sind. Auffällig groß ist der Anteil an Zweijährigen.

Ein weiteres spektakuläres Beispiel für schnelle Ausbreitung entlang der Autobahnen ist *Dittrichia graveolens*. Gut 50 Jahre nach Ersteinbürgerung in Deutschland hat die Art nicht nur Süddeutschland (NOWACK 1993, SEYBOLD 1994, RADKOWITSCH 1996) und das Ruhrgebiet (RAABE 1985, DETTMAR 1991), sondern inzwischen sogar den Berliner Ring, Mitteldeutschland (FRANK 2006) und Oberösterreich (HOHLA 2001) erreicht. Jüngstes Beispiel ist die Ausbreitung von *Ambrosia artemisiifolia* entlang von Autobahnen in Brandenburg (BRANDES & NITZSCHE 2007).

Welche Auswirkungen hat die Straßenrandflora auf die Umgebung? Bei Ackerbrachen erfolgt eine Einwanderung von *Senecio vernalis* oder *Tanacetum vulgare* von den Straßenrändern in die Fläche. Ähnliches gilt für *Senecio inaequidens* in Siedlungs- und Industriequartieren. Dieser Neophyt erreichte die Stadtränder von Braunschweig etwa zeitgleich über die Autobahn, den Binnenhafen und die Eisenbahn. Die eigentliche Ausbreitung in die Stadt erfolgte entlang der Trassen der Stadtbahn. Im Vergleich zur oft beachtlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit der viatischen Migration erfolgt die Ausbreitung in die umliegenden Flächen mit erheblicher Verzögerung. Es konnte beobachtet werden, dass insbesondere Lärmschutzwände den Ausbreitungsprozess verlangsamen, da die Diasporen nur noch an den Abfahrten in das Umland gelangen können.

7. Hinweise auf die Dynamik weiterer Ruderalstandorte

7.1 Bergbaufolgelandschaften und Brachen der Schwerindustrie

Bergbaufolgelandschaften stellen eine große Herausforderung in landschaftsökologischer und landschaftspflegerischer Hinsicht dar. JOCHIMSEN et al. (1995) stellten Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Pioniervegetation von Bergehalden des Steinkohlenbergbaus und von Abraumkippen des Braunkohlenbergbaus dar: beiden ist ein hoher Anteil von Ruderalpflanzen gemeinsam (41 % bzw. 55 %). Über die Grundlagen und Ergebnisse initiierte Vegetationsentwicklung auf xerothermen Extremstandorten des ehemaligen Braunkohlentagebaus in Sachsen-Anhalt berichtet KIRMER (2004). Auf extrem sauren Böden (Pyritverwitterung!) beginnt die Vegetationsentwicklung oft sehr verzögert mit *Sisymbrietalia*- bzw. *Salso-lion*-Initialen. Im Helmstedter Braunkohlenrevier entstanden nach Kalkung der Abraumkippen Sekundärwälder mit „ruderaler“ Krautschicht und einem insgesamt wenig ausgewogenen Artenbestand.

Abraumhalden des Kalibergbaus sind seit längerem als Wuchsorte einheimischer Halophyten wie *Puccinellia distans* und *Spergularia marina* bekannt. Vor ca. 15 Jahren erfolgte eine spektakuläre Immigration zahlreicher salztoleranter Sippen (GARVE & GARVE 2000). Einige von ihnen haben auch ruderale Verbreitung wie *Atriplex micrantha*, *Atriplex tatarica*, *Cochlearia danica*, *Gypsophila perfoliata*, *Gypsophila scorzonifolia*, *Hordeum jubatum*, Ursache und Vektor dieser Immigration sind noch unbekannt; dessen ungeachtet besitzen die Kalihalden große Bedeutung für den botanischen Artenschutz.

7.2 Flusssufer als neue Ruderalstandorte?

Die Auswertung der floristischen und vegetationskundlichen Literatur zur Flusssufern zeigt, dass Flusssufer und Flussauen zunehmend zu wichtigen Standorten für Ruderalpflanzen wer-

den (z.B. LOHMEYER 1975, BRANDES 1996 b). Dies gilt nicht nur für einzelne Arten, sondern längst auch für Pflanzengesellschaften (z. B. LUDEWIG 1999). So haben sich insbesondere kleinere Flüsse im Hügel- und Tiefland längst zu wichtigen Standorten für Nitrophyten entwickelt. Sowohl Ausbreitung als auch Etablierung von Neophyten erfolgen besonders häufig an Flussufern bzw. in Flussauen. Agriophytische Vorkommen von Neophyten befinden sich daher besonders häufig an Flussufern (vgl. LOHMEYER & SUKOPP 1992 u. 2001).

8. Diskussion

Eignet sich die Ruderalvegetation zur Bioindikation des Wandels, insbesondere der befürchteten Klimaänderung? Im Prinzip ja, aber häufig ist die Datengrundlage nicht ausreichend, die Beobachtungsreihen sind nicht lang genug, und oft wird auch die Abhängigkeit von Moden, sozioökonomischen Bindungen und kulturellen Traditionen zu wenig berücksichtigt.

Die Erfassung der Dynamik der Ruderalvegetation auf allen biologischen Ebenen sollte als Herausforderung angenommen und stärker als bisher berücksichtigt werden. Der Forschungsbedarf kann hier nur kurz skizziert werden: Notwendig ist grundsätzlich die Erfassung aller strukturellen Parameter der Ruderalgesellschaften und deren Dynamik. Untersuchungen des unterschiedlichen Verhaltens derselben Arten in häufiger gestörten naturnahen Standorten, in ruderalen bzw. segetalen Habitaten versprechen interessante Erkenntnisse (z. B. AUGÉ & MAHN 1988, LEISS & MÜLLER-SCHÄRER 2001). Die Umbildung von Artenkombinationen durch Neueinwanderung bzw. Ausfall von Schlüsselarten sollte einen weiteren Schwerpunkt bilden. Auf populationsgenetischer Ebene sollten Komplexe von nah verwandten Arten, bei denen Hybridisierung und Introgression (ABBOTT 1992) zu erwarten sind, ebenso untersucht werden wie Sippen, die im Gelände eine auffällige Differenzierung zeigen wie z. B. Blühsippen (PATZKE 1990).

Das größte Desiderat besteht sicher in Anlage und langfristigem Monitoring von Dauerbeobachtungsflächen unterschiedlichster Art, um wenigstens punktuell die Dynamik dokumentieren und quantifizieren zu können. Dies wäre auch eine belastbare Grundlage für Modellierungen.

Die bisherige Syntaxonomie der Ruderalgesellschaften widerspiegelt weitgehend die vorindustrielle Situation; würde man jetzt neu beginnen, so gelangte man zu einer durchaus abweichenden Klassifikation. Während sich auf regionaler Ebene häufig mehr oder minder befriedigende Gliederungen ergaben, beginnen die Probleme bereits auf nationalem Level. Zur syntaxonomischen Klassifikation werden öfter sehr unterschiedlich alte Aufnahmen verwendet, was wegen der großen Dynamik der Ruderalvegetation nicht unproblematisch ist. In Einzelfällen zeigt sich sogar, dass Bearbeiter nicht den erforderlichen geografischen Überblick über die von ihnen bearbeiteten Ruderalgesellschaften besitzen. Wenig zielführend sind schließlich syntaxonomische Bearbeitungen ohne publizierte Tabellen. Ein Beibehalten des bisherigen Systems bei gleichzeitiger Verwendung der „Deduktiven Methode“ (KOPECKÝ 1992) erscheint derzeit als angemessen. Grundsätzlich stellt sich allerdings die Frage, ob die Syntaxonomie dynamische Entwicklungen überhaupt adäquat beschreiben kann.

Es ist längst klar geworden, dass ein rein konservierender Schutz bestehender RV nicht sinnvoll ist, offensichtlich hat jede Zeit ihre eigene Ruderalvegetation. Ausnahmen stellen Bereiche mit sehr hoher Persistenz wie alte Mauerhabitate dar. Stattdessen sollte auf Prozessschutz gesetzt werden, auf das Tolerieren der jeweils vorhandenen Ruderalflächen im Sinne einer Rotationsbrache (vgl. REIDL 1990). Die Bekämpfung der Ruderalvegetation als Selbst-

zweck ist wirtschaftlich unsinnig und aus Artenschutzgründen töricht. Auch und gerade in Städten sollte Prozessschutz für Anpassung und Mikroevolution der Arten gelten.

9. Zusammenfassung

Die vorliegende Übersicht beschäftigt sich mit den dynamischen Aspekten der Ruderalvegetation Mitteleuropas. Die Ruderalvegetation ist ein faszinierender Untersuchungsgegenstand, weil Reaktionen auf Änderungen der Umwelt, der Transportbedingungen und der Siedungsverhältnisse sehr rasch erfolgen, wobei die einzelnen Arten allerdings nur im Rahmen ihrer Reaktionsnorm reagieren können.

Eine Bioindikation der infolge des Global Change erfolgenden Veränderungen der Umwelt erscheint prinzipiell möglich, ist bislang wegen der hohen Komplexität der scheinbar einfachen Systeme jedoch nur in Ausnahmefällen möglich. Deswegen wird zu verstärkter Erforschung der Ruderalvegetation auf allen Untersuchungsebenen angeregt; Forschungsdefizite werden angeführt.

10. Literatur

- ABBOTT, R. J. (1992): Plant Invasions, interspecific hybridization and the evolution of new plant taxa. – Trends in ecology & evolution **7**: 401-405.
- ADLER, W. & C. MRKWICKA (2003): Die Flora Wiens gestern und heute. 831 S. – Naturhistor. Museum, Wien.
- AELLEN, P. (1979 a): Amaranthaceae. – In: HEGI, G. (Begr.): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. 3,1. 2. Aufl. hrsg. v. K. H. RECHINGER. S. 461-532. – Parey, Berlin.
- AELLEN, P. (1979 b): Chenopodiaceae. – In: HEGI, G. (Begr.): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. 3,1. 2. Aufl. hrsg. v. K. H. RECHINGER. S. 533-747. – Parey, Berlin.
- AUGE, H. & E.-G. MAHN (1988): Zur Plastizität von *Galium aparine* L.-Populationen - Wachstum und Biomasseverteilung bei sommerannuellem Lebenszyklus. – Flora **180**: 429-443.
- BONTE, L. (1930): Beiträge zur Adventivflora des rheinisch-westfälischen Industriegebietes. – Verh. Naturhistor. Ver. Preuss. Rheinlande u. Westf. **86**: 141-255.
- BORNKAMM, R. (2002): On the phytosociological affiliations of an invasive species *Senecio inaequidens* in Berlin. – Preslia **74**: 395-407.
- BRANDES, D. (1981): Über einige Ruderalpflanzengesellschaften von Verkehrswegen des Kölner Raumes. – Decheniana **134**: 49-60.
- BRANDES, D. (1985a): Die Ruderalvegetation im östlichen Niedersachsen: Syntaxonomische Gliederung, Verbreitung und Lebensbedingungen. – Habilitationsschr. Naturwiss. Fak. TU Braunschweig. VI, 292 S., Anh.
- BRANDES, D. (1985b): Nitrophile Saumgesellschaften in alten Parkanlagen und ihre Bedeutung für den Naturschutz. – Phytocoenologia **13**: 451-462.
- BRANDES, D. (1992): Flora und Vegetation von Stadtmauern. – Tuexenia **12**: 315-339.
- BRANDES, D. (1996 a): Burgruinen als Habitatsinseln. – Braunsch. Naturk. Schr. **5**: 125-163.
- BRANDES, D. (Hrsg.) (1996 b): Ufervegetation von Flüssen. – Braunschweig. 345 S. (Braunsch. Geobot. Arb. **4**).
- BRANDES, D. (2003): Die aktuelle Situation der Neophyten in Braunschweig. – Braunsch. Naturkundl. Schr. **6**: 705-760.
- BRANDES, D. (2005 a): Biologie, Ökologie und Vergesellschaftung von *Verbascum densiflorum* Bertol. (Großblütige Königskerze) unter besonderer Berücksichtigung Norddeutschlands. – Braunsch. Naturk. Schr. **7**: 269-293.
- BRANDES, D. (2005 b): Kormophytendiversität innerstädtischer Eisenbahnanlagen. – Tuexenia **25**: 269-284.
- BRANDES, D. (2006): Urbanizaciones: Die Entstehung städtischer Lebensräume aus der Halbwüste. – In: WITTIG, R., C. A. BURGA & R. POTT (Hrsg.): Beiträge zu Flora und Vegetation der Städte. – Frankfurt a. M. S. 13-20 (Geobot. Koll. **20**).

- BRANDES, D. & D. GRIESE (1991): Siedlungs- und Ruderalvegetation von Niedersachsen. Eine kritische Übersicht. - Braunsch. Geobot. Arb. **1**: 173 S.
- BRANDES, D. & J. NITZSCHE (2007): Verbreitung, Ökologie und Soziologie von *Ambrosia artemisiifolia* L. in Mitteleuropa. - Tuexenia **27**: 167-194.
- BRANDES, D. & H. SCHRADER (1999): Zum Einfluss der Gartenkultur auf die Flora der Waldränder. - Braunsch. Naturk. Schr. **4**: 769-779.
- BRANDES, S. & D. BRANDES (1996): Flora und Vegetation von Dörfern im westlichen Sachsen-Anhalt. - Braunsch. Naturk. Schr. **5**: 165-192.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. XIV, 865 S. - Springer, Wien.
- BRUNZEL, S. & J. JETZKOWITZ (2004): Transdisziplinäre Umweltforschung als methodologische Aufgabe. Reflexionen einer Forschungskoooperation von Biologie und Soziologie. - Technikfolgenabschätzung **13**: 61-70.
- CANEVA G., S. CESCHIN, A. PACINI & M. VINCI (2003): Amphitheatrum naturae. 146 S. - Electa, Milano.
- DEAKIN, R. (1855): Flora of the Colosseum of Rome. VIII; 237 S. - London.
- DEHNEN-SCHMUTZ, K. (2000): Nichteinheimische Pflanzen in der Flora mittelalterlicher Burgen. - Diss. Botanicae **33**: 119 S.
- DETTMAR, J. (1991): Vorkommen und Gesellschaftsanschluß von *Chenopodium botrys* L. und *Inula graveolens* (L.) Desf. im Ruhrgebiet (Westdeutschland) sowie im regionalen Vergleich. - Tuexenia **11**: 49-65.
- ERNST, W. H. O. (1998): Invasion, dispersal and ecology of the South African neophyte *Senecio inaequidens* in The Netherlands: from wool alien to railway and road alien. - Acta Bot. Neerl. **47**: 131-151.
- FEDER, J. (2001 a): Die wildwachsenden Farn- und Blütenpflanzen des Landes Bremen. - Abh. Naturwiss. Ver. Bremen **45**: 27-62.
- FEDER, J. (2001 b): Die wildwachsenden Farn- und Blütenpflanzen der Stadt Wilhelmshaven (Niedersachsen). - Braunsch. Naturk. Schr. **6**: 521-544.
- FEDER, J. (2001 c): Die wildwachsenden Farn- und Blütenpflanzen der Stadt Emden. - Beitr. Naturk. Nieders. **54**: 81-97.
- FEDER, J. (2001 d): Die wildwachsenden Gefäßpflanzen der Stadt Delmenhorst. - Drosera (2001), 189-211.
- FRANK, C. (2006): Beobachtungen zur Einbürgerung neuer Arten in Sachsen-Anhalt. - Mitt. flor. Kart. Sachsen-Anhalt **11**: 81-90.
- FREY, W. (1996): Onopordetum acanthii (Eselsdistel-Gesellschaft) im mittleren und unteren Unstruttal - Lebensstrategien in einer wärmeliebenden Ruderalgesellschaft. - Hausknechtia, Beih. **6**: 84 S.
- GALERA, H. & B. SUDNIK-WÓJCIKOWSKA (2000): The flora of the highest building in Poland (The Palace of Culture and Science in Warsaw). - Acta Bot. Soc. Pol. **69**: 41-54.
- GARVE, E. & V. GARVE (2000): Halophyten an Kalihalden in Deutschland und Frankreich (Elsass). - Tuexenia **20**: 375-417.
- GENUIT-LEIPOLD, H. (2005): Vegetation der Wegränder. In: HOFMEISTER, H. (Red.): Hildesheimer und Kalenberger Börde. S. 99-106. - Gerstenberg, Hildesheim.
- GRIESE, D. (1996): Zur Ausbreitung von *Senecio inaequidens* DC. an Autobahnen in Nordostdeutschland. - Braunsch. Naturk. Schr. **5**: 192-204.
- GRIESE, D. (1999): Flora und Vegetation einer neuen Stadt am Beispiel von Wolfsburg. - Diss. TU Braunschweig. 235 S. (Braunsch. Geobot. Arb. **7**.)
- GUTTE, P. (1984): Die Vegetation Leipziger Rasenflächen. - Gleditschia **11**: 179-197.
- GUTTE, P. (2006): Flora der Stadt Leipzig einschließlich Markkleeberg. - Weissdorn, Jena. 278 S.
- HARMS, G. (1990): Zur Flora im ehemaligen Fort Wilhelmshaven-Rüstertsiel. - Beitr. Naturk. Nieders. **43**: 158-161.
- HEGER, T. (2004): Zur Vorhersagbarkeit biologischer Invasionen. - Neobiota **4**: II, 197 S.
- HEKLAU, H. & H. DÖRFELT (1987): Zum Ursprung und Gebrauch des Ruderalbegriffes in der Botanik. - Wiss. Z. Univers. Halle **36** M (4): 49-58.
- HOHLA, M. (2001): *Dittrichia graveolens* (L.) W. Greuter, *Juncus ensifolius* Wikstr. und *Ranunculus penicillatus* (Dumaort.) Bab. neu für Österreich und weitere Beiträge zur Kenntnis der Flora des Innviertels. - Beitr. Naturk. Oberösterreichs **10**: 275-353.

- JOCHIMSEN, M., J. HARTUNG & I. FISCHER (1995): Spontane und künstliche Begrünung der Abraumhalden des Stein- und Braunkohlenbergbaus. – Ber. Reinh.-Tüxen-Ges. 7: 69-88.
- JURKO, A. (1963): Zmena pôvodných lesných fytocenóz introdukciov agáta. – Cs. Ochr. Prior. 1: 56-75.
- KIENAST, D. (1978): Die spontane Vegetation der Stadt Kassel in Abhängigkeit von bau- und stadtstrukturellen Quartierstypen. – Urbs et regio 10: 1-413.
- KIRMER, A. (2004): Methodische Grundlagen und Ergebnisse initiiert Vegetationsentwicklung auf xerothermen Extremstandorten des ehemaligen Braunkohlentagebaues in Sachsen-Anhalt. – Diss. Botanicae 385: 167 S.
- KOPECKÝ, K. (1992): Syntaxonomische Klassifikation von Pflanzengesellschaften unter Anwendung der deduktiven Methode. – Tuexenia 12: 13-24.
- KOWARIK, I. (1995): Wälder und Forsten auf ursprünglichen und anthropogenen Standorten mit einem Beitrag zur syntaxonomischen Einordnung ruderaler Robinienwälder. – Ber. Reinh.-Tüxen-Ges. 7: 47-67.
- KOWARIK, I. (2003): Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. 380 S. – Ulmer, Stuttgart.
- LANDOLT, E. (2001): Flora der Stadt Zürich (1984-1998). 1421 S. – Birkhäuser, Basel.
- LEISS, K. A. & H. MÜLLER-SCHÄRER (2001): Population dynamics of the annual plant *Senecio vulgaris* in ruderal and agricultural habitats. – Basic and applied Ecology 2: 53-64.
- LOHMEYER, W. (1975): Über flussbegleitende nitrophile Hochstaudenfluren am Mittel- und Niederrhein. – Schriftenr. Vegetationskde. 8: 79-98.
- LOHMEYER, W. & H. SUKOPP (1992): Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. – Schriftenr. Vegetationskde. 25: 1-185.
- LOHMEYER, W. & H. SUKOPP (2001): Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. 1. Nachtrag. – Braunsch. Geobot. Arb. 8: 179-220.
- LOIDL-REISCH, C. (1986): Der Hang zur Verwilderung. 198 S. – Picus, Wien.
- LUDEWIG, E. (1999): Direkte und indirekte anthropogene Beeinflussung und Veränderung der Ufervegetation der Saar. – Diss. Botanicae 301: VII, 271 S.
- MEYER, G. F. W. (1822): Beiträge zur geographischen Kenntnis des Flußgebiets der Innerste in den Fürstentümern Grubenhagen und Hildesheim. Bd. 1. XXIX, 368 S. Bd. 2. X, 368 S. – Göttingen.
- MUCINA, L. (1993): Galio-Urticetea. – In: MUCINA, L., G. GRABHERR & T. ELLMAUER (Hrsg.): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. T. 1. S. 203-251. – Fischer, Jena, Stuttgart.
- MÜLLER, N. (1988): Südbayerische Parkrasen – Soziologie und Dynamik bei unterschiedlicher Pflege. – Diss. Botanicae 123: 1-176.
- MÜLLER, W. (2001): Flora von Hildesheim. 366 S. – Gerstenberg, Hildesheim.
- NICKOLMANN, S. & D. WALTHER (2004): Beiträge zur aktuellen Stadtvegetation von Magdeburg: floristische Beobachtungen von 1993-2003. – Abh. Ber. Naturkd. [Magdeburg] 27: 128.
- NOWACK, R. (1993): Massenvorkommen von *Dittrichia graveolens* (L.) Greut. (Klebriger Alant) an Autobahnen in Süddeutschland. – Flor. Rundbr. 27: 38-40.
- OBERDORFER, E. (1954): Über Unkrautgesellschaften der Balkanhalbinsel. – Vegetatio 4: 379-411.
- OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1977-1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. 2., stark bearb. Aufl. 5 Bd. – Fischer, Stuttgart.
- OPPERMANN, F. W. (1998): Die Bedeutung von linearen Strukturen und Landschaftskorridoren für Flora und Vegetation der Ackerlandschaft. – Diss. Botanicae 298: X, 214 S.
- OTTE, A. & T. LUDWIG (1987): Dörfliche Ruderalpflanzen-Gesellschaften im Stadtgebiet von Ingolstadt. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 58: 179-227.
- OTTE, A. & T. LUDWIG (1990): Methodisches Vorgehen bei der Kartierung der Vegetation in Dörfern. – Landschaft und Stadt 22: 37-56.
- PANAROLI, D. (1643): Jatrologismi sive medicae observationes quibus additus est in fine plantarum amphitheatralium catalogues. – Roma.
- PASSARGE, H. (1996): Pflanzengesellschaften Nordostdeutschlands, T. 1. XIV, 298 S. – Cramer, Berlin, Stuttgart.
- PASSARGE, H. (2002): Pflanzengesellschaften Nordostdeutschlands, T. 3. XX, 304 S. – Cramer, Berlin, Stuttgart.
- PATZKE, E. (1990): Das Problem der Identität. Was kartieren wir eigentlich? – Florist. Rundbr. 23: 135-140.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Aufl. 622 S. – Ulmer, Stuttgart.

- PRASSE, R., M. RISTOW et al. (2001): Liste der wildwachsenden Gefäßpflanzen des Landes Berlin – mit Roter Liste. – Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin.
- PROBST, R. (1949): Wolladventivflora Mitteleuropas. 192 S. – Solothurn.
- RAABE, U. (1985): Zum Vorkommen von *Inula graveolens* (L.) Desf. und einigen weiteren bemerkenswerten Adventiv- und Ruderalpflanzen im Raum Recklinghausen-Gelsenkirchen. – Natur u. Heimat **45**: 107-108.
- RADKOWITSCH, A. (1996): Der Klebrige Alant – *Dittrichia graveolens* (L.) Desf. – aktueller Stand der Ausbreitung in Bayern. – Hoppea **57**: 473-482.
- REIDL, K. (1990): Dynamischer Flächenschutz: Rotationsbrache in der Stadt. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg **126**: 175-176.
- RUSTERHOLZ, H.-P. (2003): Die Rolle extensiv gepflegter städtischer Grünflächen zur Erhaltung bedrohter Pflanzenarten: Der St. Johannis-Park in Basel. – Bauhinia **17**: 1-10.
- SCHÄFER, B. (2001): Unberühmter Ort: Die Ruderalfläche im Magischen Realismus und in der Trümmertliteratur. 392 S. – Peter Lang, Frankfurt. (Tübinger Studien zur deutschen Literatur **18**.)
- SCHEUERMANN, R. (1930): Mittelmeerpflanzen der Güterbahnhöfe des rhein.-westf. Industriegebietes. – Verh. Naturhist. Ver. Preuss. Rheinl. Westfalen **86**: 256-342.
- SCHNEIDER, W. & D. BÖNSEL (1987): Über einige halophile Pflanzenarten an hessischen Straßen und Autobahnen, insbesondere über die Salz-Schuppenmiere (*Spergularia salina* J. et K. Presl). – Hess. Flor. Br. **36**: 34-45.
- SCHNEIDER, W. & D. BÖNSEL (1989): Die großwüchsigen Melde-Arten *Atriplex micrantha* C. A. Meyer in Ledeb. (= *A. heterosperma* Bunge), *Atriplex sagittata* Borkh. (= *A. nitens* Schkuhr = *A. acuminata* W. & K.) und *Atriplex oblongifolia* W. & K. an den hessischen Autobahnen im Sommer 1987. – Hess. Flor. Br. **38**: 50-64.
- SEIDEL, H. (1894): *Linaria cymbalaria*. In: Berliner Skizzen. Neue Vorstadtgeschichten. S. 19-36. – Liebeskind, Leipzig.
- SENGBUSCH, P. V. (1989): Botanik. X, 864 S. – MacGraw-Hill, Hamburg.
- SEYBOLD, S. (1994): Die aktuelle Ausbreitung des Klebrigen Alants (*Dittrichia graveolens*) in Baden-Württemberg. – Flor. Rundbr. **28**: 25-28.
- SISSINGH, G. (1950): Onkruid associaties in Nederland. - Versl. Landbouwk. **56**, 15: 224 S.
- TÜXEN, R. (1950): Grundriß einer Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften in der Eurosibirischen Region Europas. – Mitt. Flor.-soziol. Arbeitsgem. N. F. **2**: 94-175.
- WERNER, D. J., T. ROCKENBACH & M. L. HÖLSCHER (1991): Herkunft, Ausbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie von *Senecio inaequidens* DC. unter besonderer Berücksichtigung des Köln-Bonner Raumes. – Tuexenia **11**: 73-107.
- WILHELM, G. & J. FEDER (1999): Die Gefäßpflanzenflora der Stadt Hannover. – Ber. Naturhist. Ges. Hannover **141**: 23-62.
- WILMANN, O. (1983): Lianen in mitteleuropäischen Pflanzengesellschaften und ihre Einnischung. – Tuexenia **3**: 343-358.
- WISSKIRCHEN, R. & H. HAUPLER (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. 765 S. – Ulmer, Stuttgart.
- WITTIG, R. (2001): Von einer selten gewordenen Dorfpflanze zur gemeinen Stadtart: die bemerkenswerte Karriere der Wegmalve (*Malva neglecta*). – Natur u. Landsch. **76**: 8-15.
- WITTIG, R. (2002): Siedlungsvegetation. 252 S. – Ulmer, Stuttgart.
- WITTIG, R., D. DIESING & M. GÖDDE (1985): Urbanophob – Urbanoneutral – Urbanophil. Das Verhalten der Arten gegenüber dem Lebensraum Stadt. – Flora **177**: 265-282.
- ZECHMEISTER, H. (1992): Die Vegetation auf Flachdächern von Großbauten aus der Jahrhundertwende. – Tuexenia **12**: 307-314.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Dietmar Brandes, Arbeitsgruppe für Vegetationsökologie und experimentelle Pflanzensoziologie, Institut für Pflanzenbiologie der TU Braunschweig, Mendelssohnstraße 4, D-38023 Braunschweig

e-Mail: d.brandes@tu-bs.de